

Joanna KARLIKOWSKA

*Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska
30-059 Kraków, Al. Mickiewicza 30*

KONCEPTUALNY MODEL GEOCHEMICZNY INTERAKCJI WODA-SKAŁA STREFY ZASILANIA SUBNIECKI KĘDZIERZYŃSKO-GŁUBCZYCKIEJ - GZWP 332

Streszczenie. Badania oddziaływania pomiędzy wodą i skałą dotyczyły utworów ilastych, poprzez które następuje przesączanie wód zasilających zbiornik wód podziemnych GZWP 332 – Subniecka Kędzierzyńsko-Głubczycka. Podstawą rozwiązania zadania polegającego na rozpoznaniu procesów kształtujących skład wód w strefie przesączania, był konceptualny model geochemiczny interakcji woda-skała.

THE CONCEPTUAL GEOCHEMICAL MODEL OF THE WATER-ROCK INTERACTIONS WITHIN THE RECHARGE ZONE OF KĘDZIERZYN- GŁUBCZYCE SUBTROUGH – MGWB 332

Summary. The presented investigation concerns water-rock interactions between the clay sediments and water that percolates through the vadose zone recharges MGWB 332 – Kędzierzyn-Głubczyce Subtrough. The basis for the solution of a problem (recognizing the process of forming the composition of water within percolation zone) was the conceptual geochemical model of the water-rock interactions.

Wstęp

W artykule przedstawiono koncepcję modelu geochemicznego interakcji woda-skała na przykładzie strefy zasilania Subniecki Kędzierzyńsko-Głubczyckiej.

Wiedza o tym, jakie interakcje zachodzą w danym ośrodku hydrogeologicznym pomiędzy wodami i skałami pozwala ocenić i prognozować kierunek zmian chemizmu wód podziemnych.

Model konceptualny jest uproszczoną prezentacją lub roboczym opisem poglądów autora na zachowanie się w rzeczywistości danego ośrodka hydrogeologicznego. Uszczegółowienie danego modelu zależy od dokładności rozpoznania warunków hydrogeochemicznych, budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych badanego ośrodka. Przez pojęcie warunki hydrogeochemiczne [1] należy rozumieć warunki decydujące o przebiegu procesów hydrogeochemicznych (interakcji woda-skała), obejmujące zarówno wodę, jak i substancje w niej występujące oraz ośrodek skalny, w którym występują wody podziemne.

Autor prezentuje na modelu konceptualnym założenia i hipotezy wyjaśniające np. rolę naturalnych procesów w kształtowaniu jakości wód podziemnych. Wskazane jest, aby każdy

model konceptualny został zweryfikowany poprzez modelowanie numeryczne, np. hydrogeochemiczne.

Obszar badań

Obszar Subniecki Kędzierzyńsko-Głubczyckiej stanowi obniżenie tektoniczne pomiędzy blokiem Sudetów Zachodnich a płytą triasową zachodniej części GZW. Struktura geologiczna wypełniona jest osadami: czwartorzędowymi, trzeciorzędowymi lądowymi i morskimi, triasu, kredy (w część kotliny) i karbonu [2].

Warunki hydrogeologiczne obszaru Subniecki są odbiciem budowy geologicznej, co przejawia się w wielopoziomowym układzie serii przepuszczalnych i izolujących. Podstawowe poziomy wodonośne na omawianym obszarze to: poziom sarmacki (w osadach lądowych) oraz głęboki poziom czwartorzędowy związany z dolinami kopalnymi Odry i Rudy, które wydzielone zostały jako Główny Zbiornik Wód Podziemnych nr 332 [3].

Na przeważającej części obszaru Subniecki Kędzierzyńsko-Głubczyckiej utwory piaszczyste wieku sarmackiego znajdują się pod nakładem trzeciorzędowych ilów i czwartorzędowych osadów piaszczysto-gliniastych, a tylko we wschodniej jej części osady trzeciorzędowe występują na powierzchni.



Rys. 1. Lokalizacja wychodni osadów trzeciorzędowych w okolicach Sierakowic
Fig. 1. Location of the outcrop of Tertiary sediments near to Sierakowice

Przedmiotem szczegółowych badań był fragment obszaru zasilania, we wschodniej części Subniecki, obejmujący wychodnię trzeciorzędowych (sarmackich) osadów ilastych, znajdującą się w okolicach miejscowości Sierakowice (rys. 1).

Warunki hydrogeochemiczne

W strefie zasilania GZWP 332 infiltracja wód opadowych odbywa się przez ilasty nakład do sarmackiego poziomu wodonośnego. Podczas infiltracji opadów atmosferycznych zachodzą reakcje powolnego rozpuszczania minerałów, tworzenia się minerałów wtórnych oraz wymiana jonowa. Istotne z punktu widzenia określenia, które minerały będą zaangażowane w wymienione reakcje, było ustalenie składu mineralnego osadów ilastych, składu wód porowych oraz składu kompleksu sorpcyjnego. Ważny był również skład opadów atmosferycznych, gdyż z nich pochodzą główne ładunki anionów (Cl^- i SO_4^{2-}).

Na podstawie badań składu mineralnego osadów ilastych, przeprowadzonych dla 10 próbek pobranych z otworu badawczego S-1, wykonanego na obszarze wychodni w okolicach Sierakowic (rys. 1), stwierdzono, że głównymi składnikami są: kwarc, minerały ilaste

i skalenie, głównie ortoklaz oraz drobnodispersyjny dolomit. Wśród minerałów ilastych dominują smektyty, a ponadto stwierdzono obecność kaolinitu, illitu, muskowitu.

W kompleksie sorpcyjnym największe znacznie odgrywa kation Ca^{+2} . Pewne znaczenie mogą mieć również kationy Mg^{+2} , K^+ , mniejsze Na^+ i Ba^{+2} .

Skład wód porowych w profilu trzeciorzędowych osadów ilastych nie został zbadany, gdyż próby wyciskania wód w aparacie Kriukowa nie przyniosły rezultatów. Wynika to zapewne z dominacji minerałów grupy smektytu. W profilu ilastym zbadano skład wody dla próbki pobranej z głębokości 5,6 m, gdzie występuje piaszczyste przewarstwienie. Woda o dość niskiej mineralizacji (179.2 mg/l) była typu $\text{Ca-HCO}_3\text{-Cl}$. Wody podziemne, których skład oznaczono dla próbki wody ze studni znajdującej się w pobliżu otworu S-1, są typu $\text{HCO}_3\text{-Ca}$.

Tabela 1

Analizy wód na kolejnych etapach przepływu

	T	pH	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO_4^{-2}	HCO_3^{-}	Fe	Mn	Si	Al
	[°C]	[-]	[mg/l]										
1. Opad atmosferyczny	8.0	5.80	0.99	0.26	0.66	0.54	1.78	10.4	0.002	0.0015	0.001	0.01	0.0005
2. Opad po odparowaniu 66% H_2O	8.0	5.90	2.47	0.65	1.64	8.35	4.46	25.98	0.695	0.003	0.001	0.01	0.0015
3. Woda z gł. 5.6m	8.0	6.42	34.7	5.43	8.91	4.69	22.1	18.00	76.00	4.782	0.651	8.41	0.345
4. Woda podziemna	11.5	7.34	62.2	8.21	8.24	2.68	8.36	30.04	187.7	1.076	0.134	8.00	0.0005

Analizy wód na kolejnych etapach infiltracji przez profil osadów ilastych zostały zestawione w tabeli 1.

Ciśnienie parcjale CO_2 zmienia się w profilu S-1 od wartości 0.03% na powierzchni terenu (dla wód opadów), przez wartość 2.29% na głębokości 5.6 m, do wartości 0.71% w warstwie wodonośnej na głębokości około 40 m. Wartość ciśnienia parcjalego dwutlenku węgla dla wód infiltracyjnych przyjęto równą wartości $p\text{CO}_2$ w atmosferze, natomiast pozostałe wartości obliczone zostały z analiz wód.

Skład wód opadowych ustalono na podstawie obserwacji prowadzonych przez IMGW Wrocław dla zlewni górnej i środkowej Odry [4]. Typ wód opadowych jest $\text{SO}_4\text{-Ca-Na}$.

Model konceptualny – założenia

Na modelu przedstawiane są schematycznie warunki hydrogeochemiczne danego ośrodka, reakcje, które zachodzą oraz zmiany składu wód i składu mineralnego skał (powstają minerały wtórne, np. kaolinit) czy kompleksu sorpcyjnego, w przypadku minerałów ilastych. Zapis może być np. w postaci schematu, diagramu czy listy założeń.

W obrębie strefy zasilania Subniecki Kędzierzyńsko-Głubczyckiej przyjęto założenia, które przedstawione zostały poniżej.

Opad atmosferyczny znajduje się w równowadze termodynamicznej z CO_2 o ciśnieniu parcjale takim, jak atmosferyczne (0.03%) i tlenem (0.68%) – 1a, opad atmosferyczny przy powierzchni terenu jest odparowywany (66% H_2O), równowaga z CO_2 (0.03%) i O_2 (0.68%) jest w dalszym ciągu zachowana – 1b. Następnie opad atmosferyczny przesiąka w głąb strefy zasilania zbiornika przez warstwę słabo przepuszczalnych ilów - A1, $p\text{CO}_2$ wzrasta w górnej części profilu do ok. 2.29%, a następnie zmniejsza się do wartości 0.71% w warstwie wodonośnej. Ciśnienie tlenu spada do wartości bliskiej zeru.

Zachodzą procesy powolnego rozpuszczania skaleni (głównie ortoklazu), dolomitu i muskowitu, wytrącanie kwarcu, illitu i kaolinitu. Minerale grupy smektytu, wśród których dominuje Ca -montmorillonit, zaangażowane są w proces wymiany jonowej głównie według reakcji: $\text{CaX}_2 + \text{K}^+ \leftrightarrow \text{KX} + \text{Ca}^{+2}$.

W reakcjach wietrzenia skałeni zużywany jest CO_2 , co przejawia się w spadku wartości ciśnienia parcjalnego tego gazu. W efekcie tych reakcji powstają jony wodorowęglanowe. Dodatkowo w procesie rozpuszczania drobnodispersyjnego dolomitu jony HCO_3^- są uwalniane do roztworu. Typ wód zmienia się stopniowo od $\text{Ca-HCO}_3\text{-Cl}$ do $\text{HCO}_3\text{-Ca}$. Różnice w zawartości jonów Cl^- i SO_4^{2-} w wodach na różnych głębokościach wynikają zapewne z faktu, iż wody nie są tego samego wieku, a stężenia tych jonów w opadach atmosferycznych mogły się zmieniać w czasie.

Podsumowanie

Prezentowany przykład modelu konceptualnego obejmuje fragment zbiornika wód podziemnych – GZWP 332. Założenia dotyczące interakcji mogących zachodzić pomiędzy wodami i składnikami skał (minerałami), podczas infiltracji wód opadowych przez ilasty profil osadów, przyjęto po uprzednim rozpoznaniu warunków hydrogeochemicznych. Na modelu uwzględnione zostało zróżnicowanie warunków na kolejnych etapach przepływu wód opadowych, w głąb osrodka: zatężenie opadu na powierzchni terenu, wzrost p_{CO_2} w górnej części profilu osadów ilastych i powolny, około 3-krotny spadek wartości p_{CO_2} , obserwowany w warstwie wodonośnej.

Tak przygotowany model konceptualny powinien zostać zweryfikowany przy zastosowaniu modelowania hydrogeochemicznego.

Prezentowana praca zrealizowana została w ramach projektu badawczego Komitetu Badań Naukowych nr 5T12B 035 23.

Recenzent: Dr hab.inż.Marek Pozzi
Prof. Politechniki Śląskiej

LITERATURA

1. Dowgiało J., Kleczkowski A.S., Macioszczyk A., Rózkowski A. [red.]: Słownik Hydrogeologiczny. PIG, Warszawa 2002. s. 461.
2. Kleczkowski A. S.: Podczwartorzędowe podłoże Kotliny Górnej Odry oraz jego wodonośność. Prace Geol. PAN Kraków 1966. s. 1-71.
3. Kleczkowski A.S. [red.]: Mapa obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony, skala 1:500 000. Instytut Hydrogeol i Geol. Inż. AGH, Kraków 1990.
4. Twarowski R., Szykowski A., Gendolla T.: Monitoring zanieczyszczeń wnoszonych przez opady atmosferyczne na obszary zlewni górnej i środkowej Odry i ocena wynikających stąd zagrożeń geokosystemów. [w]: Problemy hydrogeologiczne południowo-zachodniej Polski, Wrocław 1996. s. 115-127.

Abstract

Presented conceptual model is a simplified working hypotheses and assumptions presents, of how the real hydrogeological system is believed to behave. It presents a concept of geochemical model of water-rock interactions of the recharge zone of Kędzierzyn-Głubczyce Subtrough – Main Groundwater Basin 332.

The described recharge zone is unique sample because rainwater percolates to aquifer through the layer of clay sediments. The assumptions of the conceptual model are based on knowledge of the composition of: clay sediments and water (rainwater, porewater and groundwater) within the recharge zone of the Kędzierzyn-Głubczyce Subtrough. The model concerned the changes of the partial pressure of CO_2 , and water types on the respective stages of water flow (from surface to the aquifer).

The presented conceptual model should be verified using hydrogeochemical modelling.